

BOLETIN
DEL
INSTITUTO ESPAÑOL
DE OCEANOGRAFIA

Ensayos de algas marinas industriales

POR

M.^a Jesús del Val y M.^a Dolores García Pineda



MINISTERIO DE MARINA

MADRID

NUMEROS PUBLICADOS

- 1.—Olegario RODRÍGUEZ MARTÍN y Ramón FERNÁNDEZ CREHUET: «Apuntes para el estudio bionómico de la bahía de Santander».
- 2.—Miguel MASSUTÍ: «Estudio del plancton del puerto de Mahón en el curso de un año (1946)».
- 3.—Miguel MASSUTÍ y Miguel OLIVER: «Estudio de la biometría y biología de la sardina de Mahón (Balears), especialmente de su alimentación».
- 4.—Buenaventura ANDREU: «Algunos datos sobre la fecundidad de la sardina».
- 5.—Emma BARDÁN DE BELLÓN y Francisco DE P. NAVARRO: «La talla de la sardina en relación con el arte de pesca y con el sexo. Observaciones en Málaga (1940-1947)».
- 6.—Fernando LOZANO: «Notas sobre la biología y biometría de la parrocha o sardina joven de Vigo (*Sardina pilchardus*)».
- 7.—José M.^a NAVAZ: «Nueva contribución al estudio de la anchoa de la costa vasca».
- 8.—Antonio ARÉVALO: «Estudio de la variación en la composición química del jurel, *Trachurus trachurus* (L.)».
- 9.—Fernando LOZANO: «Relación de una campaña de pesca de arrastre en pareja en la costa del Sáhara Español, y noticia sobre los otros tipos de pescas allí practicados».
- 10.—Francisco DE P. NAVARRO: «Los Clupeidos y la Anchoa de las costas españolas en el invierno 1947-1948. Observaciones biométricas y biológicas de los Laboratorios Oceanográficos».
- 11.—José M.^a NAVAZ: «Estudio de la Ría de Pasajes en relación con su producción de moluscos comestibles (Con una carta bionómica)».
- 12.—Antonio FERNÁNDEZ DEL RIEGO: «Iniciación al estudio de la variación estacional del valor alimenticio de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.)».

NOTA: Pedidos y correspondencia al Sr. Secretario del Instituto Español de Oceanografía, Alcalá, 27. Madrid.

ENSAYOS DE ALGAS MARINAS INDUSTRIALES

por M.^a JESUS DEL VAL y M.^a DOLORES GARCIA PINEDA

(De la Sección de Química Aplicada del Instituto Español de Oceanografía)

Las circunstancias por que atraviesa Europa han determinado en los últimos años que cada país busque los modos más racionales y científicos para el aprovechamiento hasta el límite de sus disponibilidades de materias primas. No se ha sustraído España a este fenómeno general. Como nación de litoral tan dilatado los productos del mar han sido objeto de particular atención. Las algas marinas entre ellos, muy abundantes en algunas partes de nuestras costas, no apreciadas en todo su valor, han merecido especial consideración de científicos y técnicos. Cada año acuden a la Dirección General de Pesca, mayor número de solicitantes con la pretensión de que se les conceda derecho a montar instalaciones, para la obtención de productos derivados de nuestras algas.

La explotación de las algas marinas ha sufrido a través del tiempo diversas vicisitudes con alternativas de prosperidad y decadencia. Su uso más antiguo por cierto de todo tiempo, y que se prolonga hasta nuestros días, es como excelente material para el abono de las tierras. Este uso fué en principio instintivo y empírico y se dió el hecho notable de que surgió por igual en diversos litorales poblados que se desconocían entre sí. En los siglos XVII y XVIII se extiende ya, una aplicación de las algas con fundamento científico, la de aprovechar sus cenizas por su contenido en carbonatos alcalinos, y por tanto, como materia prima para la fabricación de jabones y vidrios. Con ello se pretendía contener la tala alarmante de bosques, para obtener carbonato potásico de las cenizas de sus árboles y combatir la poco menios que exclusiva de España en la elaboración de carbonato sódico a partir de las plantas barrilleras (1). Las cenizas mixtas resultantes tuvieron en su época

gran utilidad y su industria llegó a alcanzar prosperidad extraordinaria en algunas ciudades litorales bretonas, normandas y escocesas. Un descubrimiento de finales del XVIII las hizo sufrir un rudo golpe; el logro definitivo de la fabricación industrial del carbonato sódico por el proceso Leblanc. Como compensación, apenas entrado el siglo XIX (1813) otro hallazgo las revaloriza; su uso como materia prima para la obtención del yodo. Así llegamos a mediados del XIX, donde dos importantes acontecimientos operan uno en pro y otro en contra de las industrias algínicas. Contra ellas, el hallazgo del caliche de Chile, que había de ser con el tiempo la materia prima fundamental para el yodo, y a su favor los notabilísimos trabajos de Liebig acerca de los abonos artificiales y de la necesidad de dar a la tierra cultivada, potasio, fósforo y nitrógeno si no se quiere evitar su agotamiento. En fin, en 1860 descubre Stafford el ácido algínico o algina que con el tiempo había de considerarse importantísimo producto para el apresto de los tejidos y otros usos y el fundamental justificativo de muchas explotaciones de algas en Europa.

Nos encontramos, pues, en la situación que sigue. Desde luego se utilizan las algas rojas para la elaboración de mucígeno (2), pero es evidente, que las algas de mayor interés desde el punto de vista industrial, las pardas, o se siguen utilizando como abono o se recolectan para la fabricación fundamental de algina. Pensando en ello nos hemos planteado el problema del rendimiento en algina de las algas españolas, pero al mismo tiempo averiguar el destino que al fabricar la algina, experimentan otros componentes ahora secundarios, pero útiles que pueden ser aprovechados. Dejando a un lado de momento el problema del nitrógeno, que abordaremos en otro trabajo, nos hemos preocupado de averiguar qué pasa con el yodo, el fósforo y el potasio durante el proceso de elaboración de algina.

Al elegir los métodos de investigación, hemos procurado adecuarlos estrictamente a nuestro propósito. Por eso, después de una razonada crítica y del estudio comparativo de varios de ellos, nos hemos decidido por los que pueden ser más útiles a la técnica desechando incluso muy científicos métodos modernos, pero que por razones diversas eran para nuestro objeto de menos valor que otros, en apariencia anticuados. Así, en la determinación del yodo nos decidimos por el método de Fresenius, el mismo salvo pequeños detalles de que se valió Parga Pondal para su trabajo sobre el con-

tenido en yodo de las algas gallegas (3). Ensayamos también el procedimiento de Rasmudson (4), que no da malos resultados y que permite hacer el análisis partiendo de menos de un gramo de sustancia, pues el yodo queda al fin transformado en ácido yódico con la multiplicación por 6 de su equivalente. Pero estas ventajas, no lo eran para nosotros, pues como veremos, la toma de muestra media de tan pequeño peso ofrecía dificultades, además de que el método adoptado, que parte de 10 grs. de sustancia, tiene menos fuentes de error posibles, y por tanto no exige trabajar con tan extremada delicadeza. Cosa parecida nos sucedió, con la determinación del fósforo, tanto en las cenizas como en aguas de extracción. Hubimos de desechar los modernos métodos cerúleo-molibdicos (5, 6) que operan con muy pequeña cantidad de sustancia y ello a pesar de tener de estos métodos una gran experiencia por haberlos aplicado en muchas ocasiones a la averiguación del contenido en fósforo de las aguas del mar (7). Nos hemos decidido al fin por la clásica volumetría precipitando el fósforo como fosfomolibdato. Motivos parecidos determinaban desechar para el potasio los micrométodos que le precipitan como cobaltinitrito y le determinan al fin, por manganimetría y cerimetría (8). De ellos nos mereció particular atención los consignados en la notable publicación reciente de Kelley (loc. cit.), donde con la cantidad de un decigramo de planta consigue determinar nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y calcio. Si no fuera por el inconveniente de la pequeñez de la toma de que antes hemos hablado, el método era incluso mucho más realizable para nosotros, pues al dejar de lado de momento el problema del nitrógeno, podíamos acelerar notablemente el ataque perclórico. Tampoco nos decidimos por el procedimiento de cloroplatinato, caro, ni por el del perclórico de técnica un poco larga que no se presta a volumetría. Nos hemos valido al fin de una interesante volumetría propuesta primeramente por Winckler (9), y que no tenemos noticia haya sido usada hasta ahora en las valoraciones de potasio en nuestro país. Descansa en precipitarle de la mezcla de cloruros alcalinos como bitartrato y ulterior acidimetría de éste. El reactivo precipitante recomendado por Winckler y usado por nosotros, es la disolución acuoso alcohólica (etílica) de bitartrato de litio, sin que hayamos encontrado especiales ventajas, en la metílica de bitartrato sódico posteriormente preconizada por Daubner (10). En fin, el ácido algínico (técnico) fué

determinado por aislamiento global en una muestra mínima de 30 gramos de materia prima (11), prescindiendo de los conocidos métodos para valorarle como ácido urónico que es, por desprendimiento de carbónico en adecuadas condiciones (12).

A continuación describimos nuestros métodos de ensayo. Operamos primeramente sobre una muestra de estipes de laminaria (llamados cañotos en Galicia), recogida en las agrestes playas de Cayón (La Coruña) en septiembre de 1946, donde a veces lanza el mar cantidades inmensas de algas pardas, que forman en la costa un lecho de varios metros de espesor. Fueron amablemente remitidas a nuestro Instituto por don Guillermo Marin, Director de trabajos submarinos de La Coruña, al que expresamos aquí nuestro agradecimiento.

TECNICAS SEGUIDAS EN NUESTROS ENSAYOS

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las algas limpias de arena y de sustancias extrañas mediante lavados rápidos con agua potable y secado subsiguiente, se pican y desmenuzan de modo que queden lo más divididas posibles. Nosotros hemos utilizado para picar los cañotos de laminaria un hacha y el desmenuzamiento lo hicimos en amplio mortero de hierro, por no disponer de molino a propósito. Conviene preparar 100 gramos o más. La muestra media así preparada se guarda en un frasco de boca ancha con tapón esmerilado, con objeto de que la humedad no se modifique durante el curso del análisis.

Humedad.

Comenzamos por determinar la humedad para tenerla en cuenta en las determinaciones y referir siempre los resultados a sustancia seca. Para la determinación de humedad se parte de unos 10 gramos de algas y se someten a 105°-110° hasta peso constante. Las algas que ahora hemos analizado tenían una humedad de 6,9 por 100.

Cenizas.

Para esta determinación se parte de unos 2-3 grs. de algas y se ponen en cápsulas apropiadas, iniciando la carbonización en el

mechero. Después de esta primera fase de hinchamiento y carbonización que conviene vigilar, se pasa al horno eléctrico a una temperatura de 250° a 330° , elevando la temperatura progresivamente hasta 500° - 550° , manteniéndola así hasta conseguir la incineración total. Durante este proceso se sacan de vez en cuando las cápsulas y remueven las cenizas con hilo de platino para conseguir más rápidamente cenizas limpias.

Determinación de yodo.

Se pesa en crisol de porcelana de 10-15 grs. de sustancia. Se carboniza directamente con un mechero de gas. Hemos observado, que cuando se incineraban las algas, sometiéndolas a una temperatura superior a 400° se perdía parte del yodo. Una vez carbonizadas se tratan por agua hirviente, filtrando y lavando con agua caliente hasta que no dé reacción de cioruros con nitrato de plata, acidulando con unas gotas de ácido nítrico. Estos líquidos reunidos se reducen de volumen por evaporación a unos 50 c. c. Se dejan enfriar en embudo de separación, se añaden unas gotas de fenoftaleína y ácido clorhídrico diluido hasta débil acidez. Entonces se adicionan 3-4 gotas de reactivo nitroso ⁽¹⁾ que libera el yodo, tomando el líquido color amarillo rojizo. Agitamos entonces con 10 c. c. de cloroformo, que recoge el yodo libre, tiñéndose de color violeta intenso. Se transfiere el cloroformo a un matraz Erlenmeyer de tapón esmerilado, haciéndolo pasar a través de un pequeño embudo que contiene una capita de cloruro sódico, la cual retiene el agua, que con trazas de nitrosa pudiera arrastrar el cloroformo. Esta separación se repite con 5 c. c. de cloroformo, tantas veces como sea necesaria para extraer la totalidad de yodo, que se manifiesta, cuando añadiendo de nuevo una gota de nitrosa y agitando con cloroformo éste no se colorea en violeta. Entonces el cloroformo recogido en un Erlenmeyer se valora con tiosulfato sódico. Terminada la valoración se procede a los cálculos.

Determinación del ácido fosfórico.

Se parte de unos 0,5 grs. de cenizas. Se tratan con ácido nítrico diluido (1 : 1), suficiente para su completo ataque. Se evapora el nítri-

(1) Para preparar la nitrosa, a una mezcla fría de 2 cc de agua y 8 cc de ácido sulfúrico de 1,84 de densidad, se añade 1 gr. de nitrito sódico, poco a poco enfriando. Se deja en reposo 24 horas y se filtra por lana de vidrio.

co en baño de arena y se repite este tratamiento. Finalmente se deseca a 110° - 120° en estufa (insolubilización de la sílice). Se humedece el residuo con unas gotas de nítrico concentrado, se vierten sobre él unos 20-30 c. c. de agua hirviendo, filtra y lava con agua de modo que se recoge un filtrado en el que el fosfórico está diluido en unos 50 c. c. Seguido se añade al problema 20 c. c. de solución de nitrato amónico al 34 por 100 y 10 c. c. de ácido nítrico al 25 por 100. Se calienta hasta que se inicie la ebullición. Simultáneamente se calienta 15 c. c. de solución de molibdato amónico al 3 por 100. Se agrega en chorro fino sobre la solución fosfórica, agitando continuamente. Se deja en reposo durante un cuarto de hora, se pasa el líquido por un filtro, se decanta una vez con 50 c. c. del líquido de lavado (solución de nitrato potásico al 1 por 100), se disuelve el precipitado en 10 c. c. de amoníaco al 8 por 100, se añaden 20 centímetros cúbicos de nitrato amónico, 30 c. c. de agua y 1 c. c. de molibdato amónico, se calienta hasta que se inicie la ebullición y se agregan 20 c. c. de ácido nítrico al 20 por 100 caliente, gota a gota, agitando. Se separa así el precipitado de fosfomolibdato ya puro. Se deja en reposo una media hora, se filtra por filtro de banda azul de tipo Carl Schleicher & Schüll núm. 589. Se lava con solución de nitrato potásico al 1 por 100 en caliente hasta que no dé reacción ácida el líquido filtrado. Se pone el filtro con el precipitado en el vaso de vidrio donde se hizo la precipitación, se añade un exceso de NaOH 0,1 n. agitando hasta que el precipitado amarillo se disuelva por completo. Se añaden dos gotas de fenoltaleína y se va agregando ClH 0,1 n. hasta que desaparezca el color rojo. Un c. c. de sosa 0,1 n. es igual 0,0001349 gr. de fósforo.

Determinación de potasio.

Se parte de 0,2-0,3 grs. de cenizas, de las que se elimina el ácido silícico, procediendo de la siguiente manera: las cenizas pesadas se tratan y evaporan varias veces a sequedad en vaso de precipitado de unos 100 c. c. con cosa de 5-6 cada vez de ácido clorhídrico (1 : 1). Después se humedecen con ácido clorhídrico concentrado y se dejan veinte minutos a la temperatura ordinaria. Luego se hierven con 20 c. c. de agua. El filtrado clorhídrico y agua de lavado, se oxida con unas gotas de nítrico y se trata con gotas de solución de cloruro férrico correspondiente a la cantidad de fosfórico hallado y con cloruro bórico en ligero exceso y sin filtrar con amoníaco y carbonato

amónico hasta que no se forme más precipitado. Se filtra y lava con agua. El precipitado se disuelve en la menor cantidad posible de diluido y se repite la precipitación. Los filtrados unidos se evaporan en cápsula y se expulsan las sales amónicas por débil calcinación.

Se trata el residuo por algunas gotas de ácido clorhídrico diluido, se disuelve en poca agua, se añade agua de barita hasta reacción alcalina fuerte, se hierve, deja enfriar, filtra y separa así casi todo el magnesio. El filtrado se trata con amoníaco y carbonato amónico, hierve y separa por filtración el carbonato bórico. El filtrado ahora obtenido se evapora de nuevo a sequedad, expulsan las sales amónicas, disuelve el residuo en poca agua y se añade aún algunas gotas de amoníaco y carbonato amónico, con lo cual precipita de nuevo algo de carbonato bórico que se filtra. Este tratamiento se repite hasta que amoníaco y carbonato amónico no precipiten. Finalmente se evapora a sequedad, se calcina débilmente, el residuo se evapora con algunas gotas de ácido clorhídrico, calcina de nuevo débilmente y pesa, averiguándose así la suma de cloruros alcalinos (a lo más con vestigios de magnesio).

Para la expulsión de las sales amónicas, sin peligro de proyección de sustancia, nos ha dado buen resultado operar como sigue: evaporar directamente a la llama muy pequeña hasta unos 25 c. c. de volumen, trasladar la cápsula entonces al baño de maría hasta conseguir la evaporación casi a sequedad y después a la estufa, teniendo ésta a una temperatura de 160°-180° durante una hora. Finalmente hacer la expulsión total de las sales amónicas a la llama directa del mechero, empezando con poca llama.

Para determinar el potasio se necesitan las siguientes disoluciones:

a) *Disolución alcohólica de bitartrato de litio.*—Se disuelven 0,5 gr. de carbonato de litio y 2 gr. de ácido tartárico en 100 c. c. de agua; a esta disolución se añade 50 c. c. de alcohol de 96°. Se añade también a esta disolución 1 gr. de bitartrato potásico en polvo.

b) *Disolución alcohólica de bitartrato potásico a saturación.*—Se añade 1 gr. de bitartrato potásico en polvo a una mezcla de 100 centímetros cúbicos de agua y 50 c. c. de alcohol de 96°. Estas disoluciones no se alteran y pueden prepararse en bastante cantidad. Al utilizarlas se separa la parte necesaria del resto, que contiene posos, mediante filtración o decantación.

El bitartrato potásico lo hemos obtenido a partir de 40 grs. de ácido tartárico y 26 grs. de acetato potásico, previamente disueltos

en agua y mediante mezcla de estas disoluciones. El bitartrato cristalizado, que se separa inmediatamente, se recoge en filtro y se lava varias veces con agua destilada. Se deseca en la estufa a 125° .

Para proceder ahora a la valoración del potasio se disuelve la mezcla sólida que contiene cloruro potásico y sódico, cuando el peso de la misma no es mayor de 0,1 gr., como es lo corriente, en 10 centímetros cúbicos de disolución *a*). En caso de que sea mayor se aumenta la cantidad de solución de modo proporcional. El bitartrato potásico se separa al cabo de algunos minutos, pero conviene esperar para su separación completa unas dos horas. Durante este tiempo se debe mantener a la misma temperatura, cubrir el vaso de precipitados con un vidrio de reloj, humedecido con unas gotas del alcohol que se ha empleado, para evitar que se evapore el de la disolución. Después de dos horas se filtra a través de un embudito que tiene como material filtrante cosa de 0,05 gr. de algodón bien apretado en el fondo.

El vaso de precipitados y el precipitado se lavan varias veces con un total de 10-20 c. c. de solución *b*).

Después de lavado el bitartrato potásico, recogido sobre el algodón, conviene escurrirlo cuidadosamente al vacío, con objeto de evitar el error que en la valoración daría el líquido de lavado, retenido por el algodón.

Luego se disuelve el precipitado en unos 10 c. c. de agua hirviendo, y por último, el bitartrato potásico que se encuentra en la solución se valora con NaOH 0,1 n. (libre de carbonato). Lo mejor es fijar el título de esta disolución con bitartrato potásico puro. Como indicador se emplea fenoltaleína.

Una vez disuelto el bitartrato potásico en agua hirviendo conviene hacer la valoración en seguida, pues si se deja enfriar se insolubiliza de nuevo la sal potásica. Si esto ocurre se corrige calentando de nuevo hasta disolución y sin pérdida de tiempo se valora.

Los c. c. gastados de NaOH 0,1 n. multiplicados por 4,71 dan el contenido en mgr. de óxido potásico correspondiente a la muestra empleada. Usando como factor 3,91 se obtiene el K ión, y si se quiere expresar en forma de ClK habrá que emplear el factor 7,46. Por diferencia se calcula la cantidad de ClNa contenido en la mezcla de cloruros alcalinos.

Aislamiento del ácido algínico y destino de los componentes útiles durante esta operación.

Se parte de 30 grs. de algas. Se ponen en cápsula amplia de porcelana y se tratan con 250 c. c. de una disolución que contiene 0,5 por 100 de ácido clorhídrico y 1 por 1.000 de fenol. La adición de este último tiene por objeto prevenir fermentaciones que a veces nos han ocurrido en el curso del trabajo. Se remueve bien la masa y se deja estar veinticuatro horas. Al cabo de este tiempo se filtra y repite el tratamiento dos veces, con la mitad del líquido clorhídrico (125 centímetros cúbicos). Estos líquidos extractivos sirven para lavar las algas y además arrastran sales y otros productos solubles. Se reúnen todos los líquidos extractivos clorhídricos, completando su volumen con agua destilada hasta 500 c. c., para hacer en él las determinaciones de *residuo seco*, *residuo por incineración*, *ácido fosfórico*, *sodio y potasio*.

En las algas, después de este tratamiento con clorhídrico, se procede a la extracción de ácido algínico. El residuo de algas se lava tres o cuatro veces con agua (que no se recoge) para quitar casi toda la acidez. Después se trata con unos 350-400 c. c. de una disolución que contiene 2 por 100 de carbonato sódico y 1 por 1.000 de fenol, se remueven bien y se dejan veinticuatro horas en reposo. Al cabo de este tiempo se pasan por un lienzo. Se dejan escurrir unas horas. La masa de algas que queda en el lienzo se vuelve a tratar por lo menos otras tres veces con la solución de carbonato sódico y fenol; los líquidos filtrados se reúnen todos. El residuo de algas (algulosa) se lava, seca y pesa.

El líquido obtenido, más o menos viscoso, se pone en vaso de precipitados de unos dos litros y se va añadiendo ácido clorhídrico concentrado poco a poco agitando durante la adición, hasta conseguir la total precipitación de la algina.

El precipitado obtenido se recoge en un lienzo, se exprime suavemente y se lava un par de veces con agua. Se traspasa luego a un frasco grande de boca ancha, donde se adicionan 1.000 c. c. de ácido clorhídrico al 0,5 por 100 y con 1 por 100 de fenol. Se agita fuertemente y se deja en contacto unas doce horas. Se filtra por lienzo y repite este tratamiento tres veces. Se lava por fin con mucha agua destilada para eliminar el ácido clorhídrico (reacción con el nitrato de plata).

La algina se encuentra muy hidratada y antes y de desecar se trata con alcohol de 95° (cosa de 300 a 500 c. c.) mezclando bien la papilla en la cápsula. Se filtra por lienzo y deja escurrir veinticuatro horas. Se repite el tratamiento con alcohol y se recoge la algina obtenida desecándola en estufa a 50°-55°, hasta peso constante.

Hemos llevado tres determinaciones paralelas, en una, tratamientos y filtrados en frío, otra calentando al filtrar, y la tercera calentando al filtrar y añadiendo en caliente la disolución de carbonato sódico. El rendimiento en algina es sensiblemente igual en las dos extracciones calientes; en cambio, operando siempre en frío, es bastante más bajo.

Fenómenos parecidos ocurren en el caso del extracto obtenido de los líquidos clorhídricos, según se haga la adición en frío o en caliente.

Residuo seco.—Tomamos una parte alícuota de líquido extractivo clorhídrico (10 c. c.), evaporándolo a sequedad en baño de maría, y se completa la desecación en estufa a 105°-110° hasta peso constante.

Residuo por incineración.—El residuo seco se incinera en horno eléctrico, con las mismas precauciones que para las cenizas.

Acido fosfórico.—Se toma una cantidad de líquido proporcionada a la cantidad que necesitábamos de cenizas para la determinación directa, y con el residuo incinerado se procede como ya se ha descrito.

Potasio.—Lo dicho en el fosfórico se aplica a la determinación de potasio en el líquido extractivo.

Yodo.—Esta determinación tuvimos que hacerla en el líquido clorhídrico directamente tomando 175 c. c. Costó mucho trabajo destruir la emulsión formada con el cloroformo, consiguiéndose esto, no obstante, al pasarlo poco a poco por la capita de cloruro sódico como se describió en la determinación en cenizas. Cuando se trató de hacer la determinación en extracto seco y carbonizado la reacción resultó negativa, aun cuando se hubiese alcalinizado francamente con carbonato sódico, el líquido extractivo.

En las siguientes tablas consignamos los resultados obtenidos: en la I los números que dan las algas directamente, en la II los del líquido extractivo clorhídrico, tratamiento frío, y los números de la III se refieren al análisis del líquido extractivo clorhídrico calentado a ebullición al tratar con él las algas.

I

F O S F O R O

Determi- nación	Grs. de cenizas pesadas	NaOH 0,1 n c. c.	ClH 0,1 n c. c.	P encontrado — grs.
1	0,5016	31,3	8,6	0,0031
2	0,5136	31,3	7,4	0,0032
3	0,5013	31,3	7,7	0,0032

P O T A S I O

Determi- nación	Grs. de cenizas pesadas	Suma de alcali- nos obteni- dos (1)	NaOH 0,1 n c. c.	ClK encontrado — grs.
1	0,2381	0,1367	7,52	0,0541
2	0,2746	0,1560	8,15	0,0608
3	0,2764	0,1579	8,30	0,0619

Y O D O

Determi- nación	Algas — grs.	Tiosulfato 0,1 n c. c.	I encontrado — grs.
1	14,29	3,02	0,0384
2	11,175	2,46	0,0313

Resultados finales expresados en % referidos a alga seca.

Cenizas.....	19,87
Algina.....	25,3
Yodo.....	0,27
Fósforo.....	0,123
Potasio (ClK).	4,45

(1) Teniendo en cuenta lo dicho en la página 8 la precipitación se hizo con unos 15 c. c. de solución a.

II F O S F O R O

Determi- nación	Líquido extractivo c. c.	NaOH 0,1 n c. c.	ClH 0,1 n c. c.	P encontrado grs.
1	50 (3 grs. algas)	31,3	14,2	0,0023
2	» »	»	14,7	0,0022
3	» »	»	14,7	0,0022

P O T A S I O

Determi- nación	Líquido extractivo c. c.	Alcalinos grs.	NaOH 0,1 n c. c.	ClK grs.
1	20 (1,2 grs. algas)	0,1056	5,8	0,0433
2	» »	0,1060	6,0	0,0448
3	» »	0,1070	6,1	0,0455

Resultados finales referidos a 100 grs. de algas:

Residuo seco.....	22,14
Residuo por incineración.....	14,69
Fósforo.....	0,076
Potasio (ClK).....	3,71
Yodo.....	0,094

III F O S F O R O

Determi- nación	Líquido extractivo c. c.	NaOH 0,1 n c. c.	ClH 0,1 n c. c.	P encontrado grs.
1	50 (3 grs. algas)	31,33	14,2	0,0023
2	» »	»	14,7	0,0022
3	» »	»	14,7	0,0022

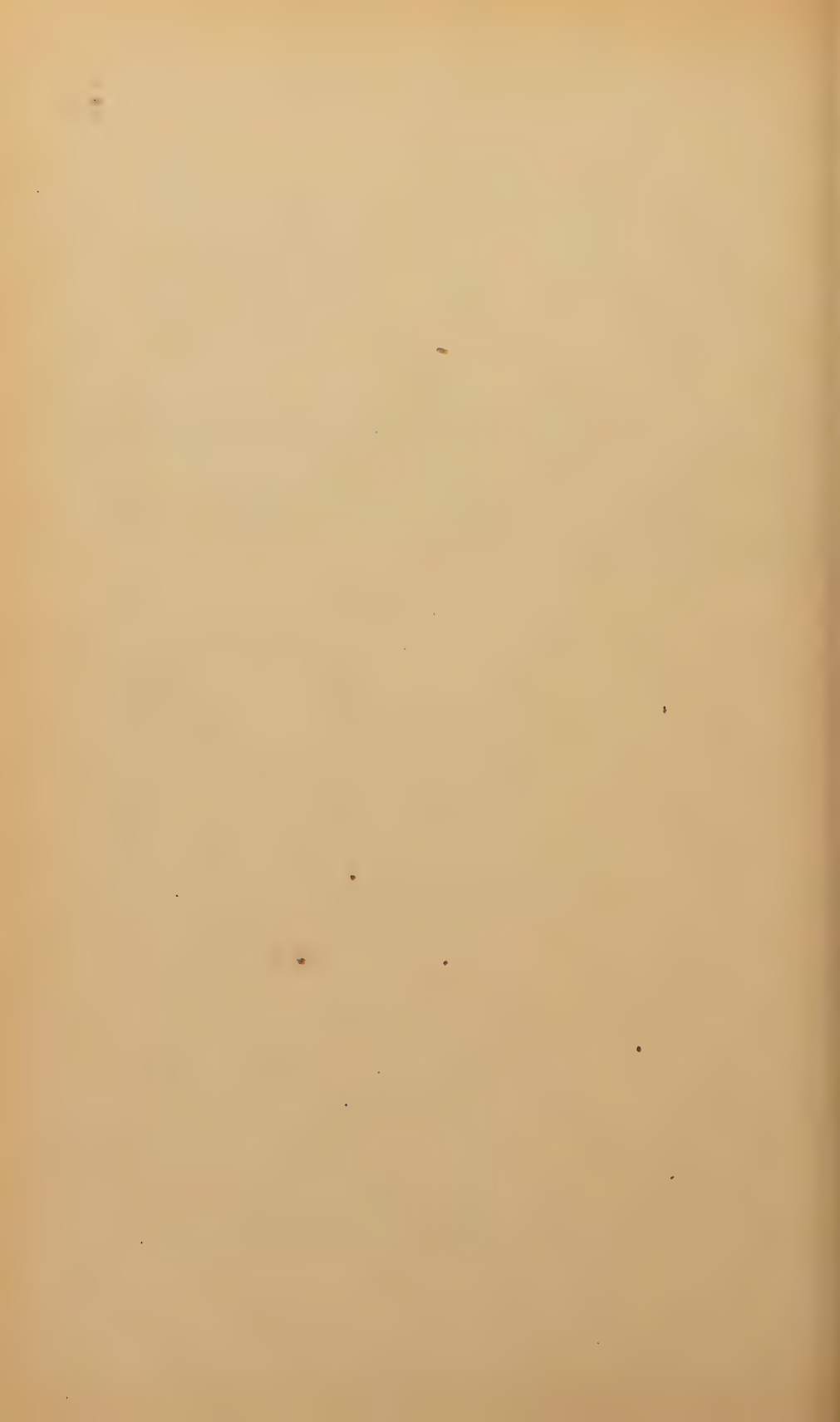
P O T A S I O

Determi- nación	Líquido extractivo c. c.	Alcalinos grs.	NaOH 0,1 n c. c.	ClK grs.
1	20 (1,2 grs. algas)	0,1137	6,60	0,0492
2	» »	0,1137	6,70	0,0500
3	» »	0,1128	6,40	0,0477

Resultados finales referidos a 100 grs. de algas:

Residuo seco.....	22,15
Residuo por incineración.....	16,96
Fósforo.....	0,760
Potasio (CIK).....	4,08
Yodo.....	0,094

De los resultados obtenidos se infiere, que en el tratamiento clorhídrico caliente, se extrae un 91,5 por 100 de potasio del alga, un 57,8 por 100 del fósforo, un 34,4 por 100 del yodo y un 85,3 por 100 de sales minerales. En el tratamiento en frío, sólo se extrae un 73,9 por 100 de estas últimas y el valor del potasio alcanza un 83,37 por 100 mientras que el fósforo y el yodo son extraídos sensiblemente en las mismas proporciones antedichas.



BIBLIOGRAFIA

- (1) MONTEQUI (R.): *Composición y aplicaciones de las algas marinas*. «Ión», tomo V, núm. 44, pág. 263.
- (2) CABRERO: *Obtención y preparación del agar-agar español*. «Ión», tomo VI, núm. 54, pág. 67.
- (3) PARGA PONDAL (I.): *El contenido en yodo de las algas marinas de Galicia*. Santiago, 1927.
- (4) RASMUDSSON (B.): *Fette und Seifen*, 48, 1941, pág. 906.
- (5) FISKE Y SUBBARROW: «I. Biol. Chem.», 66, 375, 1925.
- (6) KELLEY: «Ind. Eng. Ch. Anal. Ed.», mayo 1946, pág. 319.
- (7) WATTENBERG (H.): *Critical review of the methods used for determinin nutrient salts and related constituents in salt water*. «Rapports et procès-verbaux des reunions», V, CIII, 1937, pág. 11.
- (8) ROBINSON: «Ind. Eng. Ch. Anal. Ed», 12, 676, 1942.
- (9) WINCKLER: *Die chemische Analyse...*, tomo XXXV, pág. 132.
- (10) DAUBNER: «Angew. Chem.», 49, 828, 1936.
- (11) LÓPEZ GÓMEZ (M.): *Contribución al estudio químico de la alginina o ácido algínico*. «Notas y resúmenes del Instituto Español de Oceanografía», 1933, pág. 21.
- (12) LUNDE (G.), HEEN (E.) y E. O.: «Kolloid. Ztschrft.», 83, 196, 1938.

